

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

**0 156 712**  
**A1**

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 85400444.7

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: **A 61 K 39/29**  
**C 12 N 15/00, C 12 N 5/00**

(22) Date de dépôt: 07.03.85

(30) Priorité: 07.03.84 FR 8403564

(43) Date de publication de la demande:  
02.10.85 Bulletin 85/40

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: GROUPEMENT DE GENIE GENETIQUE (G3)  
28, rue du Docteur Roux  
F-75015 Paris(FR)

(71) Demandeur: INSTITUT NATIONAL DE LA SANTE ET DE  
LA RECHERCHE MEDICALE  
101, rue de Tolbiac  
F-75654 Paris Cedex 13(FR)

(71) Demandeur: INSTITUT PASTEUR  
25/28, rue du Docteur Roux  
F-75015 Paris(FR)

(71) Demandeur: CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.)  
15, Quai Anatole France  
F-75007 Paris(FR)

(72) Inventeur: Sobczak, Eliane  
38 bd Richard Lenoir  
F-75011 Paris(FR)

(72) Inventeur: Malpiece, Yves  
10, rue St Magloire  
F-80000 Amiens(FR)

(72) Inventeur: Michel, Marie-Louise  
7, rue Ramey  
F-75018 Paris(FR)

(72) Inventeur: Tiollais, Pierre  
16, rue de la Glacière  
F-75013 Paris(FR)

(72) Inventeur: Streeck, Rolf E.  
17, bis Avenue Foch  
F-75016 Paris(FR)

(74) Mandataire: Gutmann, Ernest et al,  
Ernest Gutmann - Yves Plasseraud 67, boulevard  
Haussmann  
F-75008 Paris(FR)

(54) Composition utile pour la fabrication de vaccins contenant des particules portant l'antigène de surface du virus de l'hépatite B et le récepteur de l'albumine sérique humaine polymérisée, cellules animales capables de produire de telles particules et procédé pour leur obtention.

(57) L'invention concerne une composition utile pour la fabrication de vaccins contenant des particules ayant les propriétés immunogéniques caractéristiques de l'antigène HBsAg, ces particules étant plus particulièrement caractérisées par le fait que lesdites particules contiennent également un récepteur pour l'albumine humaine polymérisée. Elles sont obtenues par transformation de cellules humaines ou animales par un vecteur contenant une séquence d'ADN codant pour les régions S et pré-S d'un génome de l'hépatite virale B, cette séquence d'ADN étant placée sous le contrôle direct d'un promoteur permettant la transcription efficace de ladite séquence dans les cellules humaines ou animales transformables par ledit vecteur.

EP 0 156 712 A1

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

**0 156 712**  
**A1**

(12)

# DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 85400444.7

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: **A 61 K 39/29**  
**C 12 N 15/00, C 12 N 5/00**

(22) Date de dépôt: 07.03.85

(30) Priorité: 07.03.84 FR 8403564

(43) Date de publication de la demande:  
02.10.85 Bulletin 85/40

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: GROUPEMENT DE GENIE GENETIQUE (G3)  
28, rue du Docteur Roux  
F-75015 Paris(FR)

(71) Demandeur: INSTITUT NATIONAL DE LA SANTE ET DE  
LA RECHERCHE MEDICALE  
101, rue de Tolbiac  
F-75654 Paris Cedex 13(FR)

(71) Demandeur: INSTITUT PASTEUR  
25/28, rue du Docteur Roux  
F-75015 Paris(FR)

(71) Demandeur: CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.)  
15, Quai Anatole France  
F-75007 Paris(FR)

(72) Inventeur: Sobczak, Eliane  
38 bd Richard Lenoir  
F-75011 Paris(FR)

(72) Inventeur: Malpiece, Yves  
10, rue St Magloire  
F-80000 Amiens(FR)

(72) Inventeur: Michel, Marie-Louise  
7, rue Ramey  
F-75018 Paris(FR)

(72) Inventeur: Tiollais, Pierre  
16, rue de la Glacière  
F-75013 Paris(FR)

(72) Inventeur: Streeck, Rolf E.  
17, bis Avenue Foch  
F-75016 Paris(FR)

(74) Mandataire: Gutmann, Ernest et al,  
Ernest Gutmann - Yves Plasseraud 67, boulevard  
Haussmann  
F-75008 Paris(FR)

(54) Composition utile pour la fabrication de vaccins contenant des particules portant l'antigène de surface du virus de l'hépatite B et le récepteur de l'albumine sérique humaine polymérisée, cellules animales capables de produire de telles particules et procédé pour leur obtention.

(57) L'invention concerne une composition utile pour la fabrication de vaccins contenant des particules ayant les propriétés immunogéniques caractéristiques de l'antigène HBsAg, ces particules étant plus particulièrement caractérisées par le fait que lesdites particules contiennent également un récepteur pour l'albumine humaine polymérisée. Elles sont obtenues par transformation de cellules humaines ou animales par un vecteur contenant une séquence d'ADN codant pour les régions S et pré-S d'un génome de l'hépatite virale B, cette séquence d'ADN étant placée sous le contrôle direct d'un promoteur permettant la transcription efficace de ladite séquence dans les cellules humaines ou animales transformables par ledit vecteur.

EP 0 156 712 A1

Composition utile pour la fabrication de vaccins contenant des particules portant l'antigène de surface du virus de l'hépatite B et le récepteur de l'albumine sérique humaine polymérisée, cellules animales capables de produire de telles particules et procédé pour leur obtention.

L'invention concerne une composition utile pour la fabrication de vaccins, contenant ou formée par des particules polypeptidiques sensiblement sphériques, au moins en ce qui concerne la plupart d'entre elles, ces

5 particules ayant les propriétés immunogéniques et immunologiques caractéristiques de l'antigène de surface du virus de l'hépatite virale B. Cet antigène est souvent désigné par l'abréviation HBsAg ou encore plus simplement Hbs. Elle concerne également des lignées cellu-

10 laires eucaryotes, de préférence animales, capables d'excréter dans leur milieu de culture des particules polypeptidiques du genre sus-indiqué avec des rendements de production élevés et des moyens, notamment des vecteurs modifiés, permettant d'obtenir de telles lignées

15 cellulaires.

On rappellera tout d'abord que le sérum des porteurs chroniques du virus de l'hépatite B (HBV) contient des enveloppes virales vides sous forme de particules ou filaments de 22 nm de diamètre et parfois des virions

20 complets infectieux, particules sphériques de 42 nm. L'enveloppe virale porte l'antigène de surface (HBsAg) et la présence de virions infectieux s'accompagne généralement d'un antigène soluble appelé antigène (HBeAg).

La composition polypeptidique de l'enveloppe

25 virale a été très étudiée (Robinson W.S. (1977) Ann. Rev. Microbiol. 31, 357-377). Elle comprend un polypep-

tide majeur présent sous forme glycosylée (GP29) et non glycosylée (P25) et au moins trois polypeptides mineurs appelés GP33, GP36 et P41. Les polypeptides GP33 et GP36 auraient la même séquence en acides aminés. GP36 posséderait seulement un résidu glucidique supplémentaire (Stibbe W. et Gerlich W.H. (1983) J. Virology 46, 626-628). La quantité relative des protéines mineures par rapport au polypeptide majeur varie d'un plasma à l'autre. Elle est très supérieure dans les sérums HBeAg positifs riches en particules virales. Les polypeptides GP33 et GP36 peuvent alors représenter plusieurs % des protéines de l'enveloppe alors qu'ils représentent moins de 1 % dans les sérums non infectieux HBeAg négatifs (Stibbe W. et Gerlich W.H. (1982) Virology 123, 436-442).

Le polypeptide majeur de l'enveloppe est constitué de 226 acides aminés et est codé par le gène S. La séquence polypeptidique de GP33 et GP36 serait codée par le gène S et une partie de la région pré-S. Dans cette hypothèse, cette séquence polypeptidique aurait la même extrémité C-terminale que le polypeptide majeur et contiendrait une séquence supplémentaire de 55 acides aminés en position N-terminale (Stibbe W. et Gerlich W.H. (1983), J. Virology 46, 626-628).

Récemment, il a été montré que les particules virales isolées d'un sérum HBeAg positif contiennent un récepteur pour l'albumine humaine polymérisée (pHSA) (Machida A. et al (1983) Gastroenterology 85, 268-274). Ce récepteur serait porté par les polypeptides GP33 et GP36. Grâce à ce récepteur, la pHSA formerait un pont entre la particule virale et l'hépatocyte, permettant ainsi l'attachement du virus et sa pénétration dans la cellule hépatique. L'apparition des anticorps anti-récepteurs serait essentielle dans le processus d'élimination ("clearance") du virus. En effet, la séro-conversion HBeAg/anti-HBe, étape initiale de la guérison,

s'accompagne de l'apparition de ces anticorps, alors que ceux-ci sont absents au cours de l'évolution vers la chronicité (Pontisso P. et al (1983) J. of Virological Methods 6, 151-159).

5           Parallèlement, on observe la disparition des antigènes correspondants au récepteur de la pHSA, ce qui paraît témoigner de ce que l'expression du gène correspondant n'intervient normalement que dans des situations biologiques précises (notamment au cours de l'étape de  
10   réplication du virus). C'est ce que corrobore encore l'analyse des enveloppes vides naturelles du virus de l'hépatite B, telles qu'elles sont contenues dans des préparations de vaccins actuellement commercialisées et obtenues à partir du sérum sanguin de donneurs qui, dans  
15   le passé, ont été exposés au virus de l'hépatite B. En effet, l'analyse par électrophorèse en gel de polyacrylamide en présence de dodécylsulfate de sodium (SDS) des polypeptides obtenus après dissociation des particules naturelles à 100°C pendant 5 minutes, en présence de  
20   dithiothréitol (DTT), ne révèle pas la présence de polypeptides ayant des poids moléculaires élevés, notamment de l'ordre de 34.000. De même, la présence de tels polypeptides à poids moléculaires élevés n'a pas été observée dans les compositions de particules possédant les  
25   propriétés immunologiques et immunogéniques de l'antigène HBs, telles qu'elles ont été obtenues par transformation de cellules animales transformées par les techniques du génie génétiques au moyen des vecteurs qui ont été décrits par exemple dans la demande de brevet européen n° 38.765.  
30

          L'invention a pour but de fournir des compositions de vaccins ayant des propriétés de protection renforcées à l'égard du virus de l'hépatite B. Elle a encore pour but de fournir des lignées cellulaires transformées par les techniques du génie génétique, qui peuvent être maintenues en culture et qui sont aptes à ex-  
35

créer les principes actifs de ces compositions de vaccins renforcées dans leur milieu de culture, et ce avec des rendements de production beaucoup plus élevés que ceux que permettent la plupart des cultures génétiquement transformées dont on dispose à ce jour. Enfin elle a pour but de fournir des moyens (vecteurs et procédé) permettant l'obtention de telles lignées cellulaires à partir de lignées de cellules eucaryotes, notamment de mammifères, du genre de celles qui sont capables d'être maintenues en culture.

L'invention résulte de la constatation qui a été faite qu'il était possible d'induire l'expression des séquences génétiques qui, dans le génome du virus de l'hépatite B codent pour le récepteur de la pHSA, dans des conditions pourtant très éloignées de celles qui prévalent dans les situations biologiques précises qui ont été évoquées plus haut. Enfin, il a été constaté que l'association dans la même composition de vaccin de l'antigène HBs avec des fragments polypeptidiques portant un déterminant antigénique paraissant correspondre à ce récepteur, conduisait aux compositions de vaccin renforcées dont il a été question plus haut.

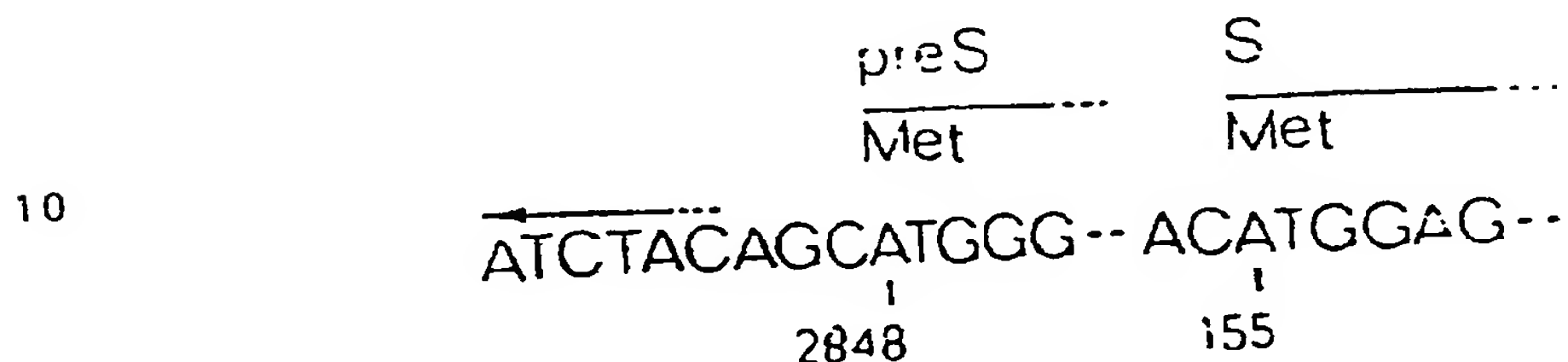
La composition utile pour la fabrication de vaccins selon l'invention qui contient des particules polypeptidiques sensiblement sphériques (ou qui est formée par ces particules), au moins en ce qui concerne la plupart d'entre elles (sinon toutes), qui ont les propriétés immunogéniques et immunologiques caractéristiques de l'antigène HBsAg, qui ont des tailles de 18 à 25 nm, notamment de 20 à 22 nm, et des densités permettant leur isolement dans une zone de densité de 1,20-1,22 g/ml dans un gradient de densité à base de CsCl, et un niveau de pureté totale pour ce qui est de l'absence de toute particule de Dane et d'antigène HBe, y inclus HBc, est plus particulièrement caractérisée par le fait que lesdites particules sphériques contiennent également un ré-



cepteur pour l'albumine humaine polymérisée. Plus particulièrement, les particules polypeptidiques de l'invention se révèlent contenir des proportions substantielles de polypeptides ayant des poids moléculaires de l'ordre de 34.000 daltons, ces polypeptides constituant de préférence une proportion supérieure à 10 %, et de préférence supérieure à 20 % de la quantité totale du polypeptide constitutif des susdites particules. De préférence encore, la composition selon l'invention est exempte de tout composant d'origine humaine, tel qu'on en trouve dans les sérums sanguins humains. Il s'agit essentiellement de compositions de particules ayant les propriétés immunogéniques de l'antigène HBsAg et du récepteur de la pHSA qui sont excrétés dans leur milieu de culture par des lignées cellulaires maintenues en culture et qui ont au préalable été transformées par un vecteur contenant les séquences codantes appropriées, la transformation ayant été réalisée dans des conditions permettant l'expression effective des séquences peptidiques portant les sites immunogènes aussi bien de l'antigène HBs que du récepteur de la pHSA.

L'invention concerne également les vecteurs appropriés à la transformation des lignées cellulaires eucaryotes, plus particulièrement de cellules humaines ou animales en culture pour rendre celles-ci aptes à produire les particules immunogéniques sus-indiquées. Ces vecteurs, qui contiennent une séquence d'ADN codant pour les régions S et pré-S du génome du virus de l'hépatite virale B, sont caractérisés en ce que ladite séquence d'ADN est, à l'intérieur de ce vecteur, placé sous le contrôle direct d'un promoteur exogène dont est connue la capacité de permettre l'initiation efficace de la transcription des gènes directement sous son contrôle dans les cellules eucaryotes, notamment humaines ou animales, auxquelles lesdits vecteurs sont destinés. On se reportera par exemple à l'article de Galibert et Col.,

1979, Nature, vol. 281, p. 646-650, pour ce qui est de ladite séquence d'ADN. Elle comprend notamment le gène S proprement dit précédé de la séquence pré-S comportant approximativement 165 triplets et dont les premiers nucléotides apparaissent dans la formulation partielle desdites séquences indiquée ci-dessous :



15 Le promoteur exogène mis en oeuvre est distinct ou étranger vis-à-vis du promoteur "endogène", normalement associé aux gènes S et pré-S dans le génome du virus de l'hépatite B. Lorsque ces cellules sont originaires du singe, il est avantageux d'avoir recours à un promoteur issu du virus SV40, dont est connue la capacité de permettre l'initiation efficace de la transcription de gènes adjacents dans des cellules de singe. Avantageusement, ce promoteur correspond au promoteur "précoce" du virus SV40, lequel contrôle normalement l'expression de l'antigène "petit T" ("small T antigen") et également de l'antigène "grand T" ("large T antigen").

25 L'invention ne se limite cependant pas à l'utilisation de ce promoteur particulier, bien que celui-ci ait donné des résultats particulièrement favorables eu égard à la production par les cellules transformées de polypeptides portant les déterminants immunogéniques caractéristiques de l'antigène HBs et d'un récepteur de la pHSA, et à leur excrétion dans le milieu de culture utilisé. On peut également avoir recours par exemple au promoteur tardif de SV40 (qui contrôle l'expression des

30

35



protéines VP1, VP2 et VP3). On peut se reporter à la carte de restriction du virus SV40 (J. Tooze, Ed. DNA Tumor Viruses, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, N.Y., 1980, chaps. 2-5), pour apprécier  
5 les positions relatives de ces promoteurs et des gènes codant pour les différents antigènes qui leur sont associés.

Il va de soi que l'on peut substituer aux promoteurs de SV40 tout autre type de promoteur connu comme  
10 possédant ou dont pourrait être découverte la capacité de promouvoir la transcription dans les lignées cellulaires mises en oeuvre desdites séquences codant pour les susdites régions 5 et pré-5, dès lors qu'elles seraient placées sous leur contrôle, avec pour résultat  
15 l'incorporation de ces séquences avec ce promoteur dans le génome des cellules réceptrices et/ou la capacité conférée aux cellules réceptrices ainsi transformées de synthétiser et d'excréter des quantités substantielles de polypeptides ayant les propriétés immunogéniques de  
20 HBsAg et du récepteur de la pHSA, la capacité ainsi acquise étant ensuite transmissible aux générations successives issues de ces cellules.

Lesdites lignées transformées seront dites "stables" lorsque le caractère acquis par les lignées  
25 cellulaires selon l'invention de synthétiser les susdits polypeptides se transmet d'une génération de cellules à l'autre, sur au moins 10 générations.

A titre d'autres promoteurs susceptibles d'être utilisés, on mentionnera par exemple le promoteur précoce du polyome ou des promoteurs LTR de différents rétrovirus ou encore le promoteur EA de l'adénovirus.  
30

Comme il est bien connu, les promoteurs prélevés sur les génomes des virus dont ils sont originaires sont de préférence accompagnés des "séquences" activatrices  
35 qui normalement les précèdent (par rapport au sens de la transcription des séquences géniques normalement placées

sous leur contrôle). A titre d'exemple de séquences activatrices, on peut se référer à l'article de Science, 1983, vol. 219, pages 626 à 631, et Nature, 1982, vol. 295, pages 568 à 572.

5           Avantageusement, la susdite séquence d'ADN codant pour les susdites régions pré-S et S est placée, immédiatement derrière un fragment d'ADN constitué par le promoteur et la séquence activatrice permettant la transcription normale de la séquence pré-S ou S. Le  
10   susdit fragment comprend notamment de 300 à 400 paires de bases selon le type de promoteur et de séquences activatrices utilisées.

          De préférence encore, le vecteur selon l'invention contient en outre une séquence d'ADN ou un marqueur, tel qu'une enzyme, ce marqueur étant lui-même  
15   sous le contrôle d'un promoteur distinct plus faible que le premier promoteur mentionné ci-dessus. Ce marqueur est de préférence constitué par un gène ou séquence d'ADN codant pour la dihydrofolate réductase (dhfr). Il  
20   est à noter que ce marqueur se prête avec un avantage particulier à l'amplification du nombre de copies de ce vecteur dans les cellules qu'il est capable de transformer, dans les conditions qui seront indiquées plus loin.

          Le second promoteur est dans la plupart des cas également un promoteur exogène. Il peut cependant également être constitué par l'un des promoteurs naturels  
25   contenus dans le génome de l'hépatite virale B. Un promoteur particulièrement préféré est celui qui provient de la LTR (séquence appelée "Long Terminal Repeat" décrite dans Nature, 1981, 294, 228-232) du virus de la  
30   tumeur mammaire de la souris (MMTV).

          L'invention concerne encore les lignées cellulaires transformées par des vecteurs tels qu'ils ont été définis ci-dessus et qui sont aptes à excréter dans leur  
35   milieu de culture les particules immunogènes également définies ci-dessus. En particulier, elle concerne des

lignées cellulaires ayant une capacité de production d'au moins 1 microgramme, et de préférence d'au moins 10 microgrammes d'antigène HBsAg par  $10^6$  cellules et par 24 heures. L'invention concerne en particulier des lignées  
5 caractérisées par des ARN-HBV-spécifiques qui ont des tailles supérieures à 2,1 kb, notamment de l'ordre de 2,2 à 2,8 kb, de préférence 2,6 kb, que l'on peut y détecter lorsque s'effectue la transcription des régions S et pré-S, normalement initiée dans la région pré-S.  
10 Des lignées préférées sont celles dans lesquelles on peut également détecter des ARN-HBV-spécifiques ayant des tailles supérieures à 2,1 kb, notamment de l'ordre de 2,2 à 2,8 kb, et de préférence encore de l'ordre de 2,4-2,6 kb. En général, on détectera simultanément des  
15 ARN-HBV-spécifiques ayant des tailles de l'ordre de 2,1 kb, tel que celui qui résulte de la transcription des régions S et pré-S, normalement initiés dans la région pré-S sous le contrôle de promoteur endogène, dans les conditions biologiques particulières auxquelles il était  
20 fait référence plus haut (notamment au cours de la répllication du virus de l'hépatite B) et des ARN-HBV-spécifiques ayant des tailles correspondant aux valeurs plus élevées qui ont été indiquées.

De préférence, les lignées selon l'invention  
25 sont formées de cellules de mammifères, notamment de cellules CHO.

L'invention concerne encore un procédé de production de telles lignées cellulaires susceptibles d'être maintenus en culture, ce procédé comportant la  
30 transformation de ces lignées avec un vecteur tel que défini ci-dessus et l'isolement de celles des cultures qui expriment simultanément les séquences codant pour les régions S et pré-S du génome du virus de l'hépatite B.

De préférence, on a recours au vecteur complété  
35 qui comprend le marqueur sous le contrôle d'un second

promoteur, la culture des lignées transformées étant alors réalisée en présence d'un inhibiteur du marqueur, la teneur de cet inhibiteur dans le milieu de culture étant réglée à une concentration suffisante pour provoquer une amplification du nombre de copies du gène codant pour le marqueur dans certaines au moins des colonies mises en culture, amplification qui permet à la fois la sélection de colonies résistantes et l'obtention de clones cellulaires sécrétant de quantités accrues des particules présentant des activités immunogènes caractéristiques de HBsAg et d'un récepteur de la pHSA.

Avantageusement, le marqueur est constitué par une séquence d'ADN (ou gène) codant pour la dhfr et l'inhibiteur est constitué par le méthotrexate.

L'utilisation d'un second promoteur plus faible que le premier favorise l'amplification du nombre des copies de la séquence d'ADN codant pour HBsAg et le récepteur de la pHSA. En effet ce sont en général les clones qui contiennent le plus grand nombre de copies de la séquence codant pour le marqueur et, par conséquent, dans les lignées cellulaires préférées de l'invention le plus grand nombre des séquences codant pour les régions pré-S et S, qui sont à même de survivre dans le milieu de culture contenant l'inhibiteur.

Les clones efficaces sont avantageusement sélectionnés dans les milieux de culture contenant de 0,5 à 40 microgrammes de méthotrexate, notamment de 1 à 25 microgrammes. Il est souhaitable de réaliser une pré-amplification dans des milieux plus pauvres en inhibiteur, notamment de 5 à 150 nM en méthotrexate, les clones sélectionnés au terme de cette première étape étant ensuite mis en culture dans des milieux contenant les teneurs plus élevées sus-indiquées en méthotrexate.

Des caractéristiques complémentaires de l'invention apparaîtront encore au cours de la description qui suit de la construction préférée des vecteurs mis en

oeuvre pour la transformation de lignées cellulaires d'origine animale, de production de lignées cellulaires ayant un haut rendement d'excrétion des particules selon l'invention et des résultats susceptibles d'être obtenus. On se reportera également aux dessins dans lesquels :

- les fig. 1 et 2 présentent les étapes successives essentielles de la production d'un plasmide conforme à l'invention, particulièrement appropriées à la transformation efficace de cellules animales, telles que la lignée CHO ;
- la fig. 3 est une représentation schématique des opérations d'amplification des séquences d'ADN codant pour le polypeptide immunogène selon l'invention dans des cellules CHO ;
- les fig. 4 et 5 font apparaître les résultats de l'amplification génique des cellules précédemment transformées dans les conditions du procédé selon l'invention.
- la fig. 6 contient une courbe représentative de la variation de la quantité d'antigène HBsAg produite en fonction des teneurs en ARN-HBV-spécifiques observables dans les cellules productrices ;
- la fig. 7 rapporte de façon schématique les résultats des récoltes successives effectuées sur des cellules en phase stationnaire.

## I - CONSTRUCTION DES VECTEURS

### A - Construction du plasmide pSVS (fig. 1)

Il permet l'expression de la région S (région pré-S + gène S) sous contrôle du promoteur précoce du virus SV40.

Le fragment BglII de 2,3 kb a été excisé du plasmide pcP10 décrit dans la demande de brevet européen n° 81 400634. Le plasmide pcP10 est schématisé dans la fig. 1. Les parties épaisses et hachurées sont originaires de DNA-HBV et la partie en trait plus mince pro-

vient du plasmide pBR322. La partie au regard de l'arc a correspond au susdit fragment de 2,3 kb. pCP10 contient un dimère en tandem tête à queue du génome HBV. Ce fragment commence dix nucléotides avant l'ATG de la région pré-S et se termine 1,1 kb après le codon stop TAA du gène S. Il contient le site putatif de polyadénylation de l'ARNm de l'HBsAg, et le site d'initiation de transcription du gène S.

On utilise le promoteur précoce de SV40 contenu dans le plasmide pSV2 gpt (ATCC 37145) dans lequel le gène de la gpt de E. coli est fusionné à un fragment PvuII HindIII de 348 bp de la région précoce de SV40. Ce fragment comprend, outre l'origine de répllication de SV40 (SV40 ori), les promoteurs précoces et tardifs, le site d'initiation de transcription des messagers précoces et les 72 bp répétées en tandem. pSV2 gpt est schématisé dans la fig. 1. Les parties épaisses noires sont originaires de SV40, les parties en traits plus minces de pBR322. Les parties épaisses blanches contiennent les régions pré-S et S. Les parties hachurées correspondent aux séquences de l'HBV non utilisé.

Le fragment BglII de 2,3 kb, issu de pCP10, a été inséré dans le site unique HindIII du plasmide pSV2 gpt par ligature des extrémités des fragments d'ADN, rendues franches par l'ADN polymérase (Klenow). Après étude des plasmides recombinants un clone a été sélectionné (pSVH4) dans lequel la région codante pour l'HBs était orientée par rapport au promoteur SV40, de façon à permettre son expression. La construction a été vérifiée par cartes de restriction et la séquence nucléotidique à la jonction des deux fragments SV40 et HBV a été déterminée.

Le plasmide pSV5 a été construit par ligature de trois fragments issus de trois plasmides :

1°) le fragment de 2,5 kb, PvuI-XhoI issu de pSVH4 (arc b),



- 2°) le fragment de 1,9 kb, XhoI BglII, issu de pcP10 (arc c),  
3°) le fragment de 1,0 kb, BamHI PvuI, de pBR322 (arc d).

5 Le plasmide résultant, pSV5 (5,4 kb) diffère de pSVH4 par l'absence de la région gpt et des séquences d'ADN SV40 adjacentes en aval de cette séquence gpt, et par la présence du fragment EcoRI-BamHI de pBR322.

B - Construction du plasmide pSV5 dhfr (fig. 2)

10 On procède par recombinaison génétique des fragments définis sous a) et b) ci-après.

a) Le fragment contenant la dhfr

15 Le plasmide pMTV dhfr décrit par G. Ringold et Coll. (1981) J. of Molecular and Applied Genetics 1 : 165-170 (déposé à la C.N.C.M. le 7.03.84 sous le n° I-286), après linéarisation par l'enzyme PvuI, a été ensuite digéré partiellement par l'enzyme HindIII, libérant plusieurs fragments dont un de 4400 bp (arc e) contenant :

- 20 - la LTR du MMTV,  
- l'ADNc de la dhfr,  
- l'intron du tAg de SV40,  
- le site de polyadénylation des gènes précoces de SV40,  
- un fragment EcoRI-PvuI du pBR322.

25 b) Le fragment de DNA HBV

Le plasmide pSV5 a été digéré par PvuI puis HindIII, libérant ainsi un fragment de 4676 bp (arc f) contenant :

- 30 - le fragment PvuI-PvuII contenant l'origine de répliation de pBR322 ;  
- l'origine de répliation et le promoteur précoce du virus SV40 ;  
- le fragment BglII 2,3 kb de l'HBV contenant les parties codant pour le pré-S et le gène S, ainsi que le  
35 signal de polyadénylation de ce gène ;  
- le fragment BamHI-HindIII du pBR 322.

c) Ligature des fragments

Après purification, ces deux fragments sont joints par les sites homologues PvuI et HindIII, rétablissant ainsi la résistance à l'ampicilline du pBR322.

Dans le vecteur recombinant, les unités de transcription de la région S et du gène dhfr sont orientées dans le même sens et séparées par environ 300 bp de pBR322.

Le cADN codant pour la dhfr peut aussi être obtenu à partir de pSV2 dhfr (ATCC 37146), pSV3 dhfr (ATCC 37147) ou pSV5 dhfr (ATCC 31148).

Le placement du gène de la dhfr sous le contrôle d'un promoteur faible (LTR du MMTV) et du gène HBV sous le contrôle d'un promoteur fort (promoteur précoce du SV40) augmente l'efficacité de l'amplification génique. La séquence nucléotidique de la jonction entre la région pré-S et le promoteur précoce du SV40 a été vérifiée (fig. 2).

II - TRANSFECTION DES CELLULES ANIMALES1°) Transfert et expression du plasmide pSV5 dhfr dans des cellules CHO dhfr<sup>-</sup> :

Des cellules CHO dhfr<sup>-</sup> (Urlaub G. et Chasin L.A. (1980) P.N.A.S. 77, 4216-4220) (déposées à la C.N.C.M. le 7.03.84 et sous le n° I-287) ont été transfectées selon la technique de Graham et Van der Eb (1973, Virology 52, 456-467) modifiée par Parker et Stark (1979, J. Virology, 31, 360-369). La production d'HBsAg par les clones CHO dhfr<sup>+</sup> a été testée par radioimmunoessai (RIA) dans le surnageant des cultures cellulaires. 60 % des clones dhfr<sup>+</sup> étaient HBsAg<sup>+</sup>. Le taux de production d'HBsAg était relativement faible compris entre 1 à 20 ng/10<sup>6</sup> cellules par 24 heures.

2°) Amplification des séquences HBV :

Elle a été obtenue en propageant les clones CHO

HBsAg<sup>+</sup> en présence de méthotrexate (MTX), analogue de l'acide folique et inhibiteur de la dhfr. En effet, la résistance au MTX est due principalement à une amplification du nombre de copies du gène dhfr, ce qui conduit à une augmentation de la quantité de l'enzyme dhfr. Les séquences HBV et le gène dhfr étant portés par le même plasmide et donc intégrées ensemble dans le DNA de la cellule-hôte, celles-ci sont co-amplifiées avec les séquences dhfr dans les clones résistant au MTX. Comme pour la dhfr, l'augmentation du nombre de copies de la séquence HBV s'accompagne d'une augmentation de synthèse d'HBsAg par la cellule.

L'amplification génique a été effectuée en deux étapes selon la stratégie décrite sur la fig. 3. La fig. 4 représente les résultats de la première étape d'amplification et la fig. 5 les résultats de la deuxième étape. Celle-ci a été effectuée à partir des clones les plus producteurs, issus de la première étape. Dans les fig. 4 et 5, les barres en pointillés représentent le taux de synthèse d'HBsAg avant amplification et les barres en traits pleins après amplification. Les concentrations en MTX sont rapportées sur ces figures. Elles étaient de 50, 100 ou 140 nM dans la première étape et de 1,5, 10 ou 25 micro-M dans la deuxième. Au total, environ 150 clones résistant au MTX ont été criblés pour la production d'HBsAg. Comme le montrent les fig. 4 et 5, l'amplification de production d'HBsAg était très variable d'un clone à l'autre, aussi bien dans la première que dans la seconde étape.

Le nombre de copies par cellule de la séquence HBV présentes dans différents clones a été évalué selon la technique d'hybridation sur filtre de cellulose ou analogue, selon la technique dite du "dot blot", en utilisant comme sonde le DNA-HBV cloné marqué au <sup>32</sup>P. Pour une même dose de MTX, ce nombre était extrêmement variable d'un clone à l'autre, allant de 100 à 500.

L'organisation des séquences HBV dans les clones cellulaires a été analysée selon la technique de Southern. Les séquences HBV étaient présentes sous forme intégrée ; les profils électrophorétiques étaient assez comparables d'un clone à l'autre. Les différences observées entre des clones sélectionnés à une même dose de MTX ne permettaient pas d'expliquer la discordance entre le nombre de copies de DNA-HBV et le niveau de synthèse d'HBsAg (résultats non rapportés). Une analyse comparable a été effectuée pour le gène dhfr. Pour une même dose de MTX, le nombre de copies par cellule était également très variable d'un clone à l'autre (résultats non rapportés). Pour un clone donné, il y avait une amplification parallèle des séquences HBV et dhfr.

La quantité de RNA spécifiques de l'HBV a été également analysée par hybridation moléculaire. Contrairement aux résultats obtenus pour le DNA, la quantité de RNA-HBV-spécifiques était proportionnelle au taux de production d'HBsAg (fig. 6). D'autre part, pour une même dose de MTX (50 nano-M), la quantité de RNA dhfr-spécifiques était constante dans les différents clones analysés (fig. 6). Les RNA-HBV-spécifiques ont été analysés selon la technique du Northern. Deux RNA, l'un majeur de 2,1 kb, l'autre mineur de 2,5 kb, ont été mis en évidence. L'étude de ces RNA par cartographie à la nucléase S1 a montré l'existence d'une initiation majeure dans la région pré-S à la position 3157 correspondant au RNA 2,1 kb, l'autre mineure dans le promoteur du SV40 correspondant au RNA 2,5 kb.

### 3°; Analyse des particules HBsAg :

L'analyse a été effectuée sur les particules produites par le clone 37BA5. Des surnageants correspondant à plusieurs récoltes de 24 heures obtenues en phase stationnaire ont été rassemblés. Les particules HBsAg ont été purifiées par deux ultracentrifugations successives en gradient de densité de CsCl suivies d'une

ultracentrifugation de vélocité en gradient de saccharose. Les particules HBsAg avaient une densité de 1,20. Observées au microscope électronique, elles apparaissaient comme des particules sphériques d'un diamètre moyen de 22 nm, morphologiquement semblables aux particules d'origine humaine. Aucune forme tubulaire n'a été observée.

Après dissociation des particules à 100° pendant 5 minutes en présence de DTT, les polypeptides ont été analysés par électrophorèse en gel de polyacrylamide en présence de SDS. Le gel a été révélé par coloration aux sels d'argent. Trois bandes ont été observées, correspondant à des polypeptides de 22.300, 26.100 et 34.000 daltons. L'intensité relative de la coloration de ces trois bandes a permis d'évaluer à 54 %, 19 % et 27 % les proportions de ces trois protéines. Après marquage in vivo par la <sup>35</sup>S méthionine, les particules purifiées ont été immunoprécipitées par un sérum anti-HBs, puis les protéines ont été analysées par électrophorèse. Les trois polypeptides décrits ci-dessus étaient détectés sur l'autoradiogramme et dans les mêmes proportions.

La présence du récepteur pour la pHSA à la surface des particules a été testée par radioimmunoessai en phase solide selon la technique de Hansson et Purcell ((1979), Infect. Immun. 26, 125), modifiée par Pontisso et al (J. of Virological Methods 6, 151-159). La détection de ce récepteur s'est révélée positive aussi bien dans le surnageant cellulaire que sur des particules purifiées (tableau 1) :

TABLEAU I

	Surnageant de culture (13 microgrammes/ml)	2.805 cpm
5	Particules purifiées (12 microgrammes/ml)	1.564 cpm
	Témoin positif sérum HBe positif	2.536 cpm
	Témoin négatif sérum HBsAg négatif	678 cpm

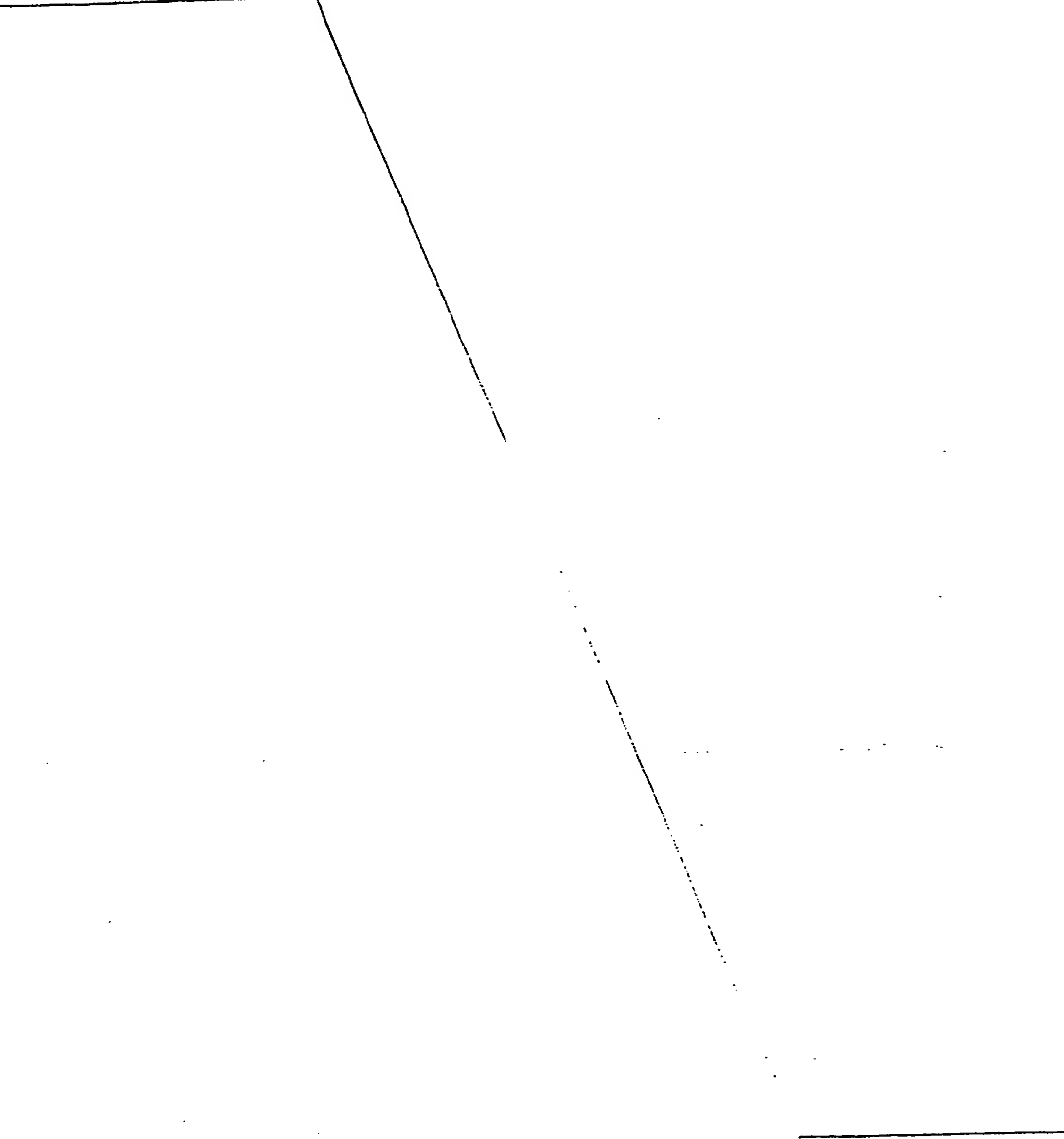
10 On peut également utiliser la technique décrite  
par Machida et al (1983, Gastroenterology 85, 268-274.

### III - ESSAIS D'IMMUNISATION

15 Après addition d'hydroxyde d'aluminium  $Al(OH)_3$  à  
la concentration de 0,1 %, une préparation de particules  
a été utilisée pour immuniser des souris Balb/c. Comme  
le montre le tableau II, le pouvoir immunogène des par-  
ticules cellulaires est identique à celui du vaccin  
contre l'hépatite B, commercialisé sous la marque HEVAC  
B (et obtenu à partir de donneurs humains de sérums



ayant des teneurs en HBsAg naturel). La dose efficace 50 % est de 0,04 microgramme pour les particules cellulaires et de 0,03 microgramme pour l'HEVAC B (marque Institut Pasteur).



TABEAU II

HBsAg Doses injectées	Vaccin HEVAC B		Particules HBsAg CHO	
	Séroconversion > 50 uRIA Nombre de souris	Anticorps anti-HBs Moyenne géométrique uRIA	Séroconversion > 50 uRIA Nombre de souris	Anticorps anti-HBs Moyenne géométrique uRIA
0,312 microgrammes	20/20	> 388	20/20	> 505
0,078 microgrammes	19/20	> 212	14/20	> 87
0,019 microgrammes	6/20	> 24	6/20	> 24
0 témoins	4/20			
	DE <sub>50</sub> 0,04 microgrammes		DE <sub>50</sub> 0,03 microgrammes	

uRIA = unités définies dans le test AUSAB commercialisé par ABBOTT

Il résulte donc de ce qui précède que le vecteur pSV5 dhfr permet, après intégration dans le DNA cellulaire, la synthèse et l'excrétion d'enveloppes vides du virus HBV sous forme de particules de 22 nm. L'élimination d'une grande partie du génome de l'HBV et en particulier du gène codant pour la protéine de la capsid exclut la production de particules virales complètes infectieuses. Ce vecteur porte également une unité de transcription du gène de la dhfr murine qui, après introduction dans des cellules dhfr<sup>-</sup>, leur permet de se multiplier en présence de MTX par un phénomène d'amplification génique.

La technique d'amplification par la résistance au MTX utilisée ici a permis d'obtenir des clones de cellules CHO produisant des particules HBsAg à un niveau élevé. Cette amplification était variable d'un clone à l'autre. Dans certains cas, le taux de synthèse a été multiplié par 1500. Pour le clone concerné, le taux de production était de 15 microgrammes/10<sup>6</sup> cellules par 24 heures. Plusieurs clones produisant de 1 à 10 microgrammes d'HBsAg/10<sup>6</sup> cellules par 24 heures ont été obtenus. Le taux de production d'HBsAg exprimé par ml et par 24 heures dépend des conditions de culture. Des valeurs de 10 à 20 microgrammes/ml/24 heures ont pu être obtenues couramment, valeurs comparables à la concentration d'HBsAg dans le sérum des porteurs chroniques. Une étude cinétique de la production d'HBsAg a montré que cette synthèse reste constante en phase stationnaire pendant plusieurs semaines. La fig. 7 rapporte les résultats de récoltes successives effectuées sur des cellules en phase stationnaire, par renouvellement périodique du milieu de culture pendant 3 semaines. Du milieu sans sérum peut être utilisé pour ces récoltes. Outre l'impact sur le prix de revient, l'utilisation d'un milieu sans sérum facilite beaucoup la purification des particules à partir du surnageant cellulaire et élimine des

contaminations éventuelles d'origine sérique. La synthèse d'HBsAg par les clones CHO s'est révélée très stable même en l'absence de MTX. Ceci sur une période de 6 mois, soit environ 300 générations. Dans certains cas, 5 une légère augmentation spontanée de l'HBsAg produit a même été observée. Jamais une diminution ou une perte de la production d'HBsAg n'a été observée pendant l'amplification génique, ceci sur environ 150 clones testés. Ces deux dernières observations peuvent être dues à la 10 structure du vecteur dans lequel les séquences HBV et le gène dhfr sont seulement séparés par environ 300 bp du pBR322.

L'invention permet par conséquent l'obtention de clones producteurs de particules immunogènes d'une stabilité génétique particulièrement remarquable. 15

Une corrélation entre le nombre de copies de séquences HBV et le taux de synthèse d'HBsAg n'a pas été observée. La technique utilisée (le "dot blot") permet une quantification globale, mais ne permet pas de discriminer les séquences fonctionnelles. Les résultats obtenus peuvent s'expliquer par l'apparition de délétions et de réarrangements dans le vecteur au cours de la transfection et de l'amplification. Cette hypothèse est supportée par la complexité des profils électrophorétiques des séquences HBV et dhfr intégrées. Beaucoup de 25 ces séquences sont probablement non fonctionnelles. Par contre il y a parfaite proportionnalité entre le niveau de synthèse d'HBsAg et la quantité de RNA-HBV-spécifiques. Ceci démontre que l'augmentation de synthèse d'HBsAg observée est bien due à une augmentation de la 30 transcription des séquences HBV, due en partie très vraisemblablement à une augmentation du nombre de copies fonctionnelles. Ce résultat montre par ailleurs que l'évaluation du nombre de copies d'un gène amplifié, que ce soit par dot-blot ou par analyse électrophorétique 35 n'est pas le meilleur test pour évaluer le nombre de co-

pies efficaces dans un clone cellulaire. Par contre, la quantification des RNA spécifiques reflète parfaitement les copies fonctionnelles. Cette quantification prend tout son intérêt dans les systèmes où la protéine produite n'est pas facilement dosable.

L'invention concerne donc plus particulièrement des clones contenant une dose d'ARN-HBV d'au moins  $2 \times 10^3$  cpm/ $10^6$  cellules dans le système de mesure tel qu'il a été décrit plus haut pour une sonde ayant une activité spécifique de  $10^8$  cpm/microgramme (marquage au  $^{32}\text{P}$ ).

Deux RNA-HBV-spécifiques ont été mis en évidence. L'initiation du transcript majeur de 2,1 kb a été localisée dans la région pré-S à la position 3157. Ceci est en accord avec les résultats de Catteneo et al (1983) Nature, vol. 305, 336-338, qui ont localisé l'initiation de transcription du gène S à cette position. Le RNA mineur de 2,5 kb est initié dans le promoteur du SV40. Cet RNA pourrait être le mRNA du polypeptide de 34.000 (GP34) présent dans les particules. Il est donc vraisemblable que la synthèse du GP34 en quantité importante (27 % des polypeptides des particules) est due à l'utilisation du promoteur précoce du SV40 incluant les 72 bp répétées et placé en amont de la région pré-S.

L'utilisation d'un radioimmunoessai a montré que les particules synthétisées par les cellules CHO portent le récepteur de la pHSA. D'après Machida et al (1983) Gastroenterology 85, 268-274, ce récepteur serait porté par les polypeptides GP31 et GP35. Il est donc vraisemblable que dans notre système le récepteur est porté par le GP34. L'existence observée d'un seul polypeptide, et non de deux, porteur du récepteur de la pHSA dans les particules d'origine cellulaire n'est pas expliquée. Il est possible que, contrairement aux particules sériques, la glycosylation dans les cellules CHO soit homogène.

Les particules HBsAg de 22 nm synthétisées par

les cellules CHO ont la même immunogénicité que l'HEVAC B qui est une préparation de particules d'origine sérique. Les taux de production d'HBsAg obtenus sont comparables avec une utilisation industrielle. La présence du récepteur de la pHSA à la surface de ces particules est un argument supplémentaire à l'utilisation de ce système pour la fabrication d'un vaccin contre l'hépatite B.

A ce titre, l'invention concerne toute composition de vaccin contre l'hépatite virale B contenant une dose efficace de particules conformes à l'invention, notamment de 3 à 6 microgrammes de protéine/ml, de préférence 5 microgrammes de protéine/ml (dose unitaire), en association avec un véhicule pharmaceutique approprié au mode d'administration choisi, notamment par voie parentérale.



REVENDICATIONS

1 - Composition utile pour la fabrication de vaccins, contenant ou formée par des particules polypeptidiques, sensiblement sphériques, au moins en ce qui concerne la plupart d'entre elles ayant les propriétés immunogéniques et immunologiques caractéristiques de l'antigène HBsAg, ayant des tailles de 18 à 25 nm, notamment de 20 à 22 nm, et des densités permettant leur isolement dans une zone de densité de 1,20-1,22 g/ml dans un gradient de densité à base de CsCl, et un niveau de pureté totale pour ce qui est de l'absence de toute particule de Dane et d'antigène HBe, y inclus HBc, caractérisée par le fait que lesdites particules sphériques contiennent également un récepteur pour l'albumine humaine polymérisée.

2 - Composition selon la revendication 1, caractérisée par la présence de polypeptides ayant des poids moléculaires de l'ordre de 34.000 daltons.

3 - Composition selon la revendication 1, caractérisée par le fait que ces polypeptides de l'ordre de 34.000 daltons sont dans une proportion supérieure à 10 %, de préférence supérieure à 20 %, de la quantité totale des polypeptides constitutifs des susdites particules.

4 - Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle est exempte de tout composant sérique d'origine humaine.

5 - Vecteur approprié à la transformation de cellules eucaryotes, plus particulièrement de cellules humaines ou animales en culture et contenant une séquence d'ADN codant pour les régions S et pré-S du génome du virus de l'hépatite virale B, caractérisé en ce que cette séquence d'ADN est à l'intérieur de ce vecteur, placée sous le contrôle direct d'un promoteur exogène dont est connue la capacité de permettre l'initia-

tion efficace de la transcription des gènes directement sous son contrôle dans les susdites cellules animales auxquelles est destiné ledit vecteur.

5 6 - Vecteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que le susdit premier promoteur est issu du virus SV40, ce promoteur correspondant notamment au promoteur précoce du virus SV40.

10 7 - Vecteur selon la revendication 5 ou la revendication 6, caractérisé en ce que la susdite séquence d'ADN codant pour les susdites régions 5 et pré-5 est placée, en phase, immédiatement derrière un fragment d'ADN contenant le promoteur et la séquence activatrice associée à ce premier promoteur.

15 8 - Vecteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que le susdit fragment comprend de 300 à 400 paires de bases.

20 9 - Vecteur selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé en ce qu'il contient en outre une séquence d'ADN codant pour un marqueur, tel qu'une enzyme, lui-même sous le contrôle d'un promoteur distinct, ce second promoteur étant plus faible que le susdit premier promoteur.

25 10 - Vecteur selon la revendication 9, caractérisé en ce que le marqueur est constitué par un gène codant pour la dihydrofolate réductase.

11 - Vecteur selon la revendication 9 ou la revendication 10, caractérisé en ce que le second promoteur provient du virus de la tumeur mammaire de la souris (MTV).

30 12 - Lignées de cellules animales susceptibles d'être maintenues en culture, caractérisées en ce qu'elles ont été transformées par un vecteur conforme à l'une quelconque des revendications 5 à 11.

35 13 - Lignées selon la revendication 12, caractérisées en ce qu'elles sont originaires de mammifères, notamment de cellules CHO.

14 - Lignées formées de cellules conformes à la revendication 12 ou à la revendication 13, caractérisées par leur capacité à excréter dans leur milieu de culture des particules telles que définies dans l'une quelconque des revendications 1 à 4, à raison d'au moins 1 micro-gramme, et de préférence au moins 10 microgrammes d'antigène HBsAg par  $10^6$  cellules et par 24 heures.

15 - Lignées caractérisées par la présence que l'on peut y détecter d'ARN-HBV-spécifiques qui ont des tailles supérieures à 2,1 kb, notamment de l'ordre de 2,2 à 2,8 kb.

16 - Lignées selon la revendication 15, caractérisées par la présence que l'on peut y détecter, d'ARN-HBV qui ont une taille de l'ordre de 2,4-2,5 kb.

17 - Lignées selon la revendication 15 ou la revendication 16, caractérisées par la présence, détectable simultanément, d'un ARN-HBV spécifique ayant une taille de l'ordre de 2,1 kb, tel que celui qui résulte de la transcription des régions S et pré-S, normalement initié dans la région pré-S.

18 - Lignées selon l'une quelconque des revendications 13 à 17, caractérisées par leur capacité à excréter les particules ayant les propriétés immunologiques et immunogéniques caractéristiques de l'antigène HBsAg et formées, en partie au moins, par des protéines de poids moléculaire de l'ordre de 34.000 et portant les sites antigéniques à la fois de HBsAg et d'un récepteur de pHSA.

19 - Procédé de production de lignées cellulaires conformes à l'une quelconque des revendications 14 à 18, caractérisé par la transformation de lignées cellulaires d'origine humaine ou animale susceptibles d'être maintenues en culture avec un vecteur conforme à l'une quelconque des revendications 5 à 11 et par l'isolement des cultures exprimant les régions S et pré-S du génome du virus de l'hépatite B.

20 - Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que le vecteur est conforme à l'une quelconque des revendications 9 à 11 et en ce que la culture des lignées cellulaires transformées est réalisée en présence d'un inhibiteur du marqueur dont la teneur dans le milieu de culture est réglée à une concentration suffisante pour provoquer une amplification du nombre de copies du gène codant pour le marqueur dans certaines au moins des colonies mises en culture, cette amplification du nombre de gènes codant pour le marqueur permettant, à la fois, la sélection de colonies résistantes et l'obtention de clones cellulaires sécrétant de quantités accrues des susdites particules.

21 - Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce que le marqueur est constitué par une séquence ou un gène codant pour la dihydrofolate-réductase et en ce que l'inhibiteur est constitué par le méthotrexate.

22 - Vaccin contenant une dose efficace de la composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, en association avec un véhicule pharmaceutique approprié au mode d'administration choisi.

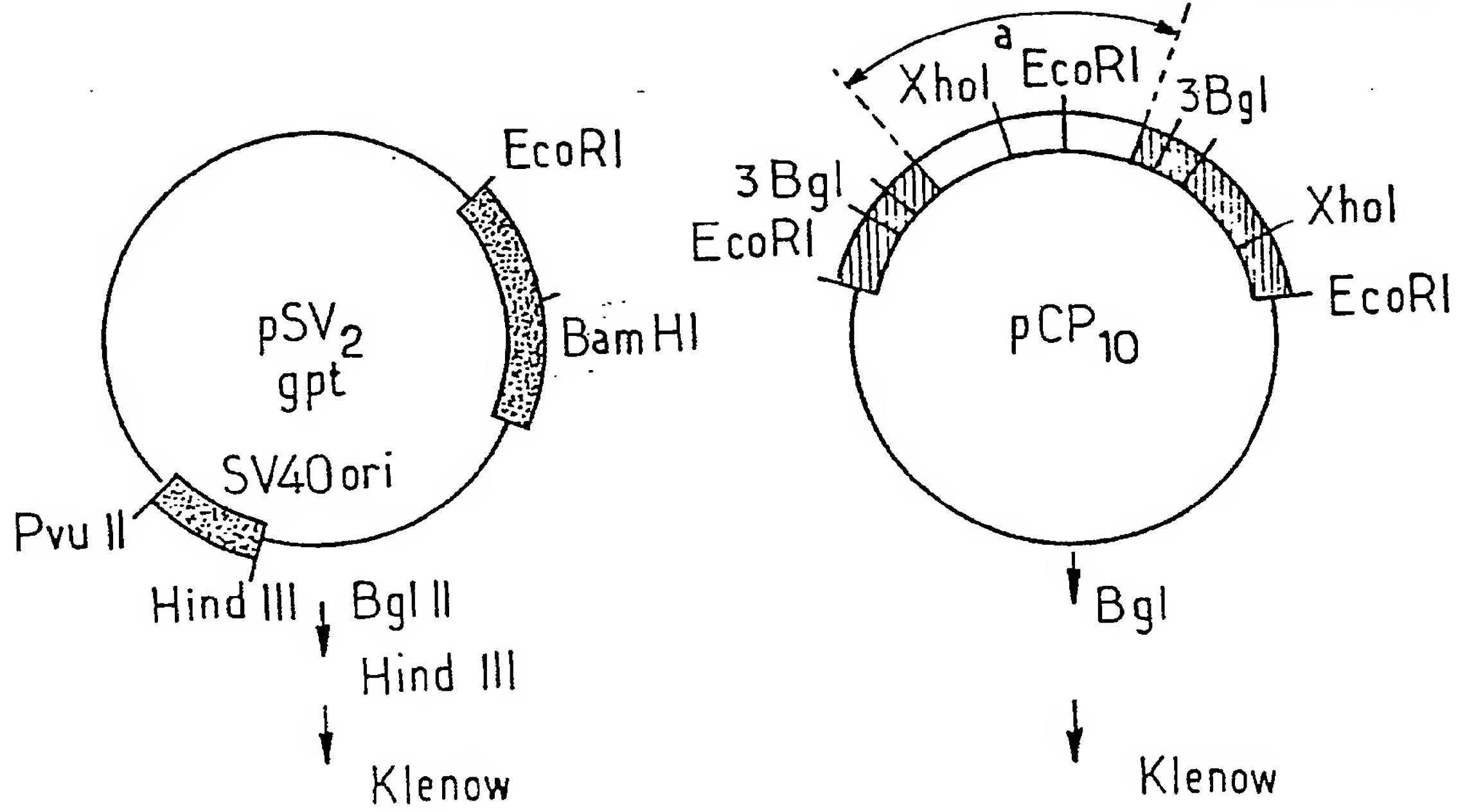


FIG.1.

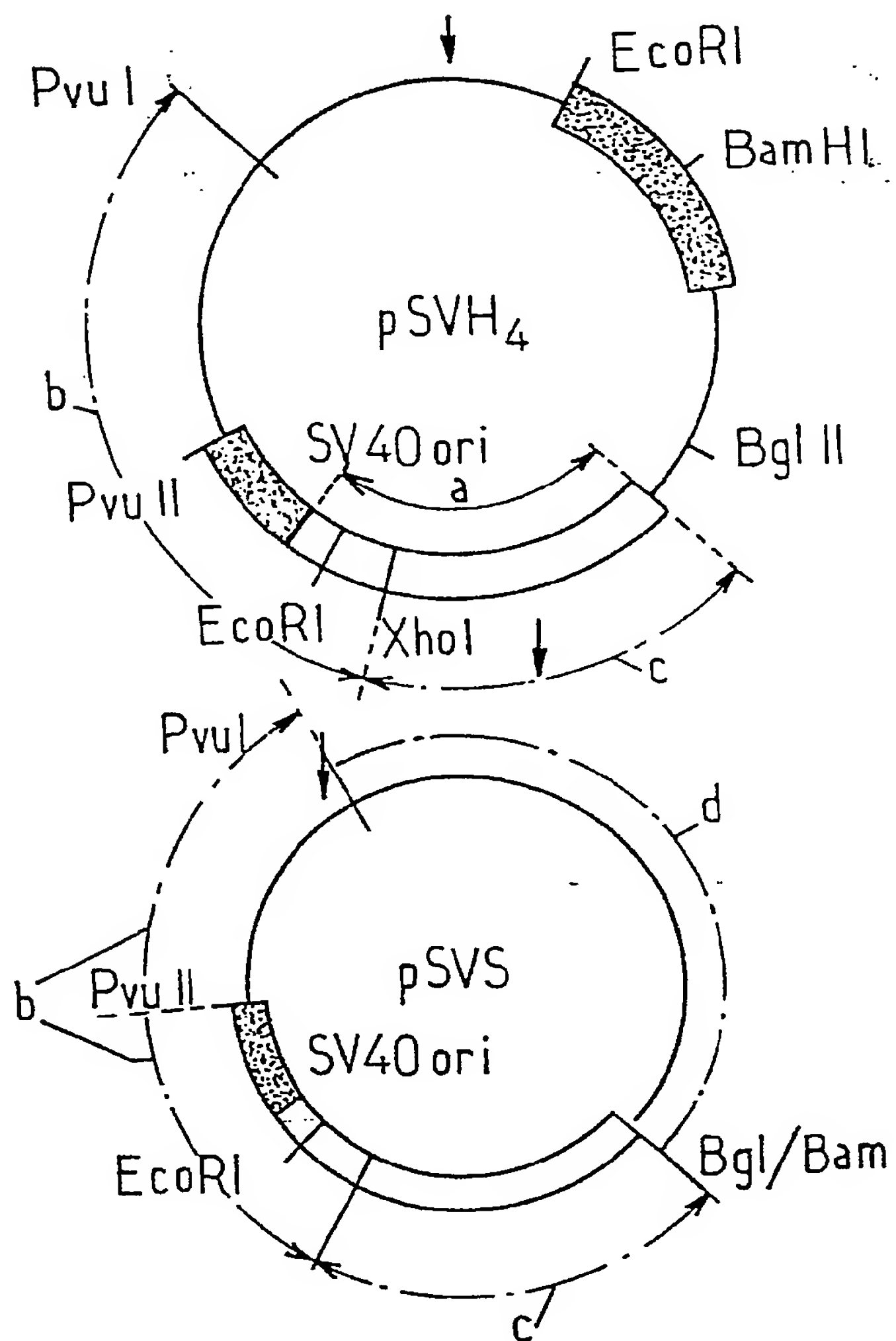


FIG. 2.

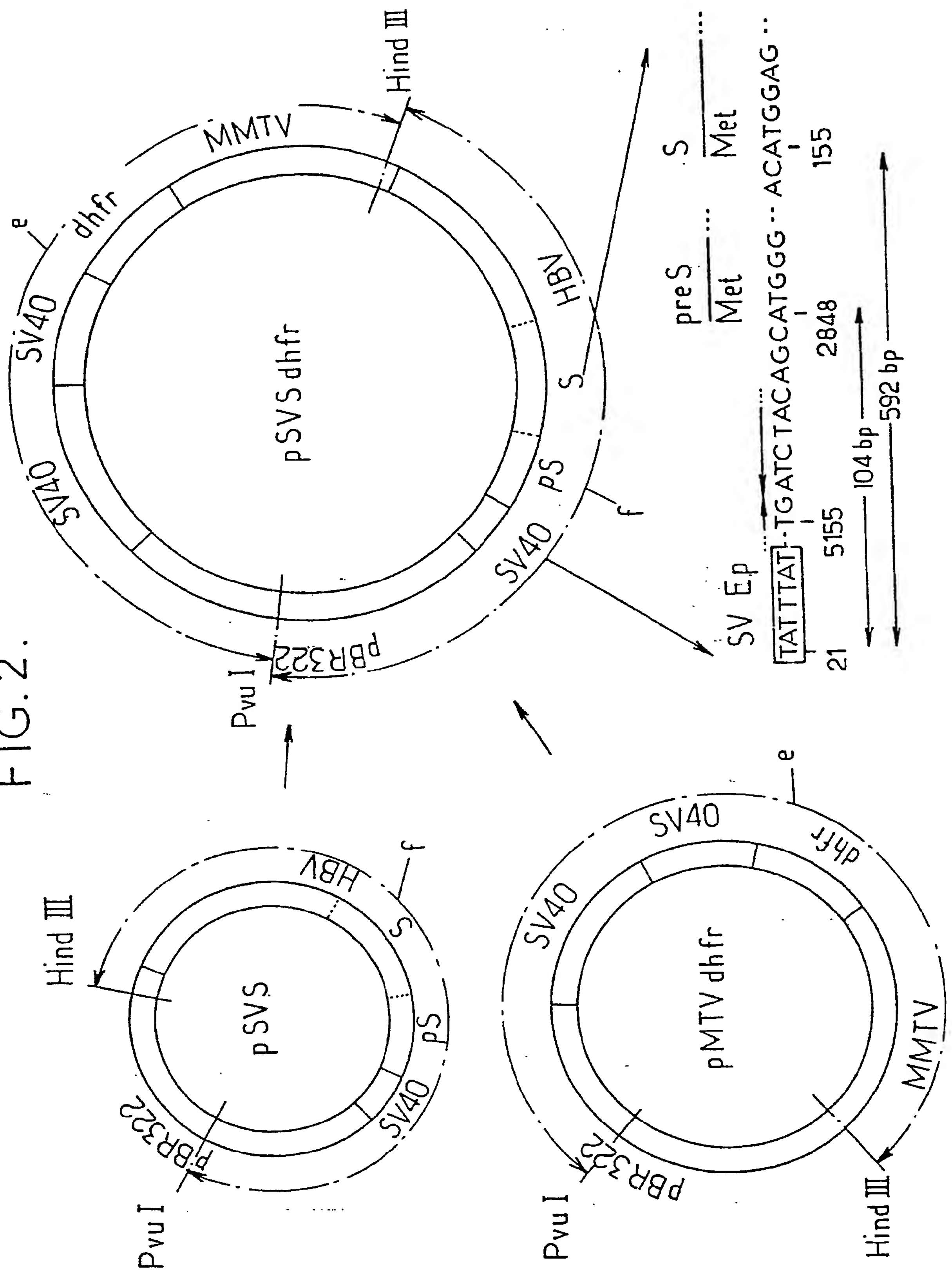




FIG. 3.

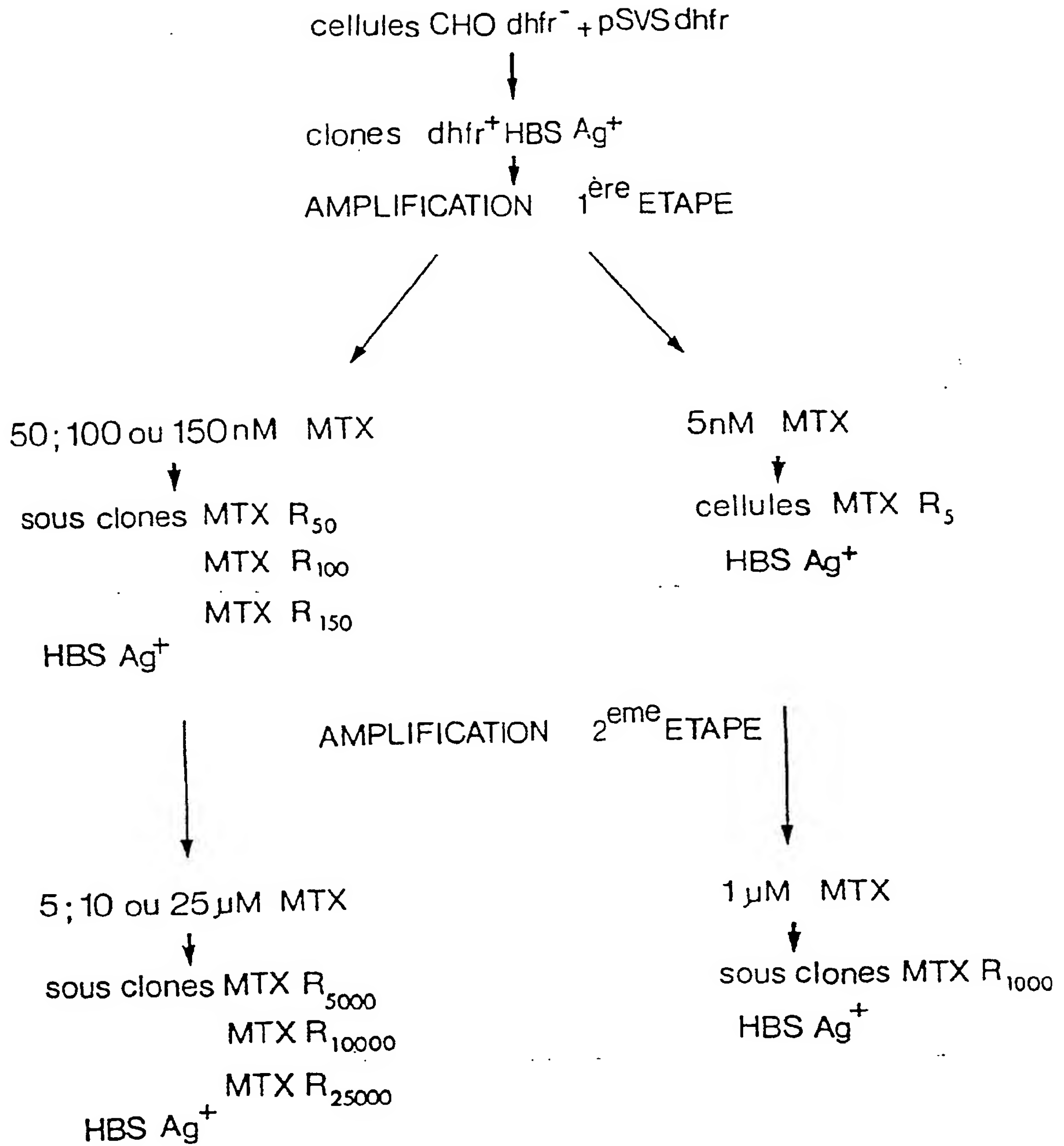
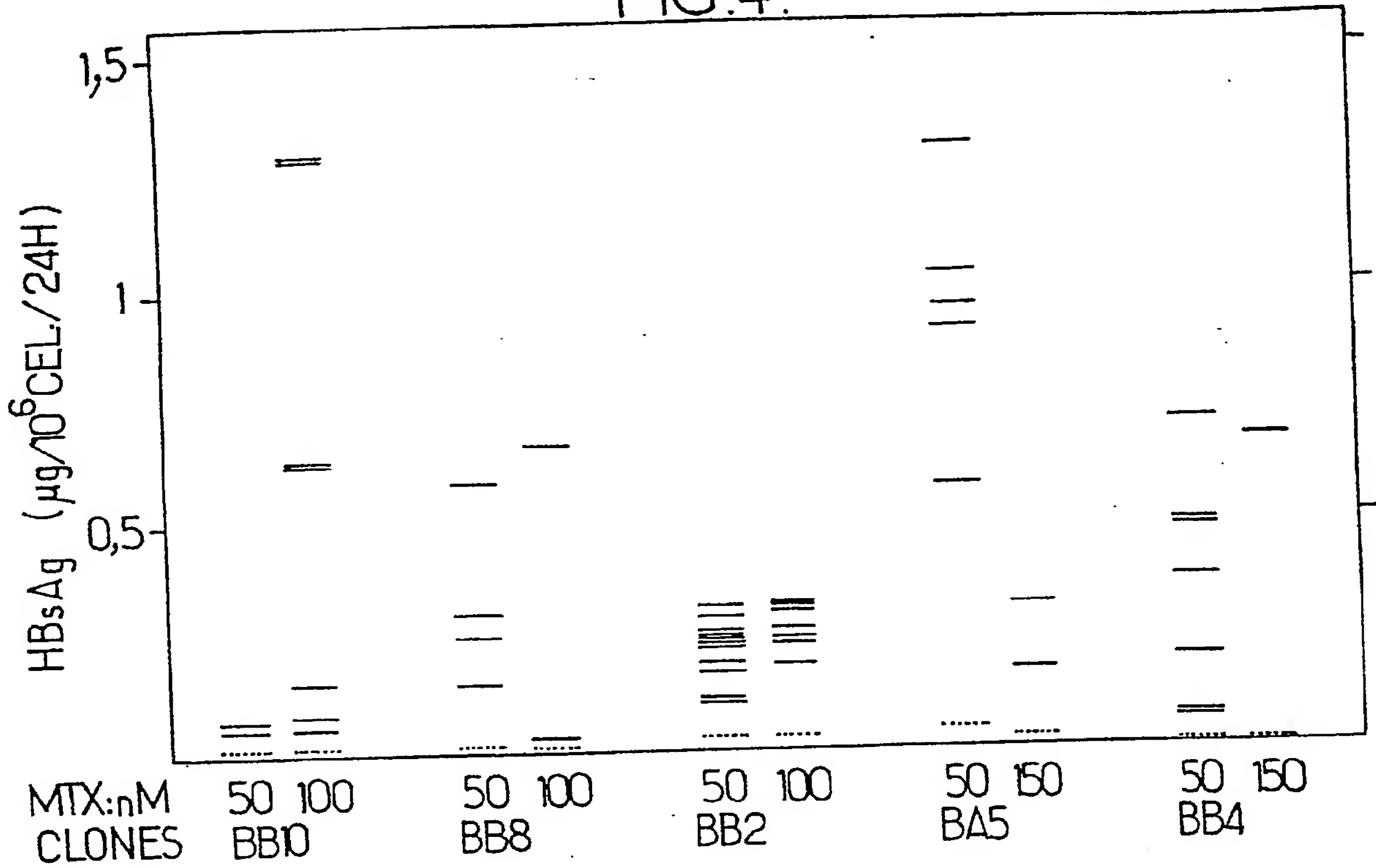
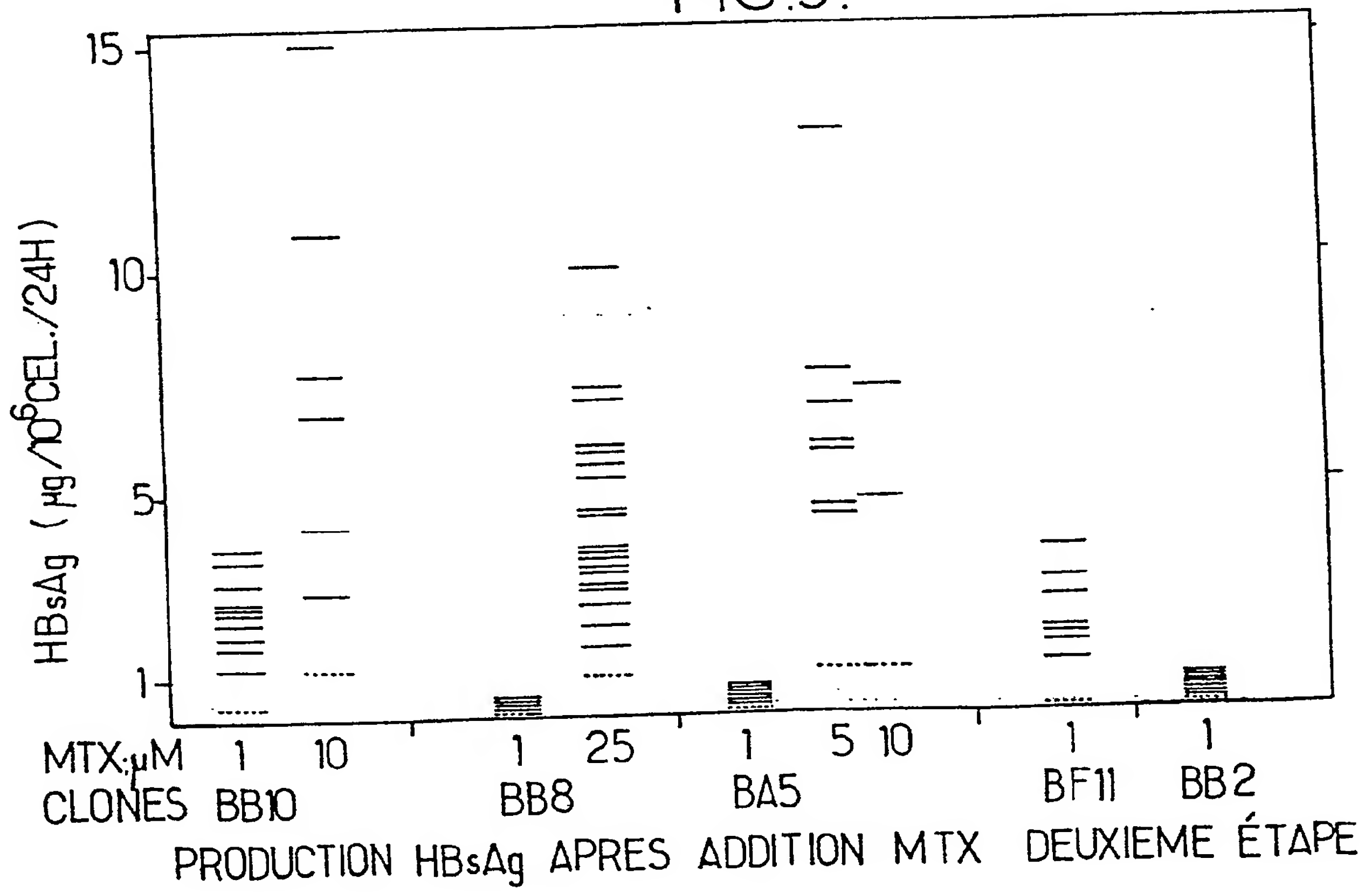


FIG.4.



PRODUCTION HBsAg APRES ADDITION MTX PREMIERE ÉTAPE

FIG.5.



PRODUCTION HBsAg APRES ADDITION MTX DEUXIEME ÉTAPE

FIG.6.

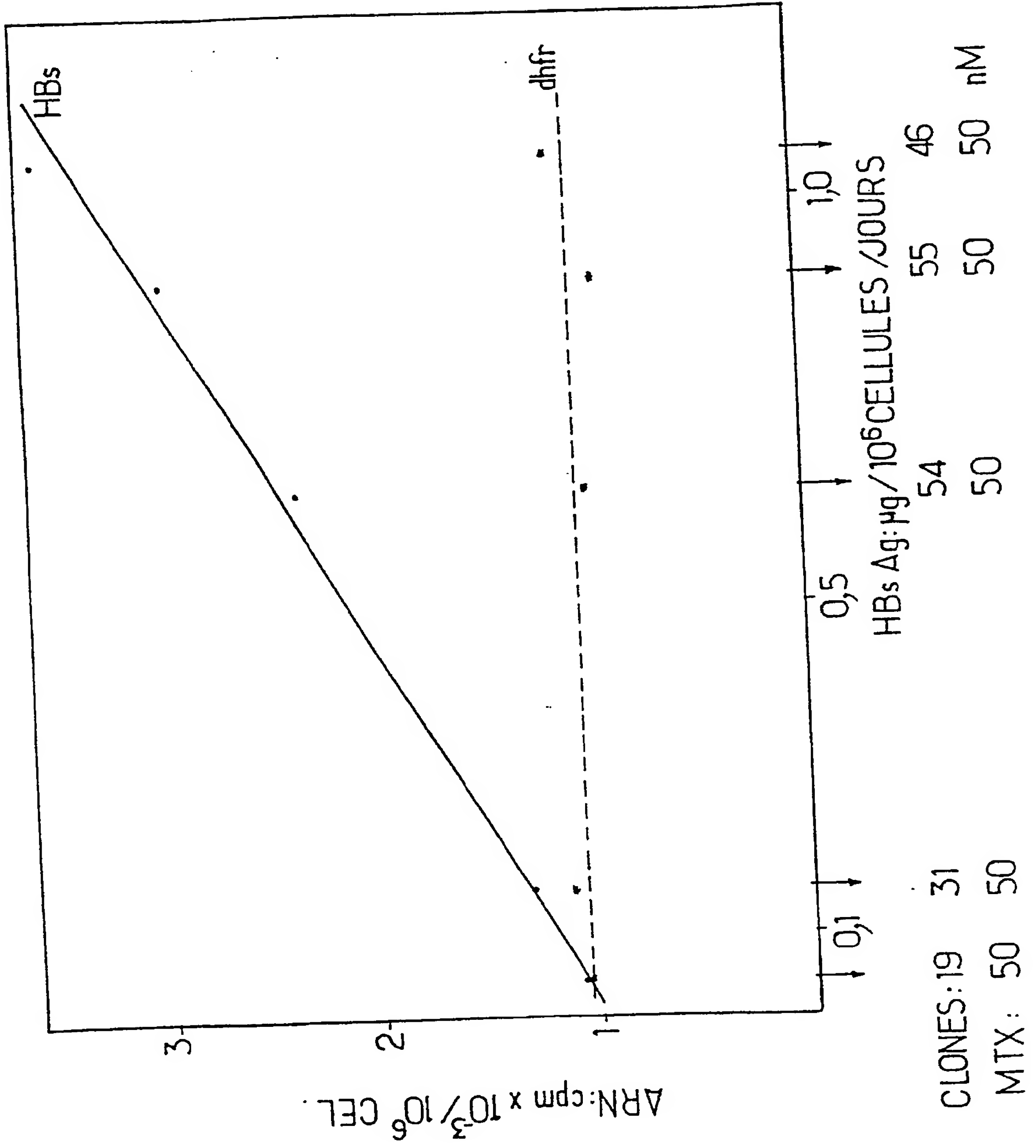
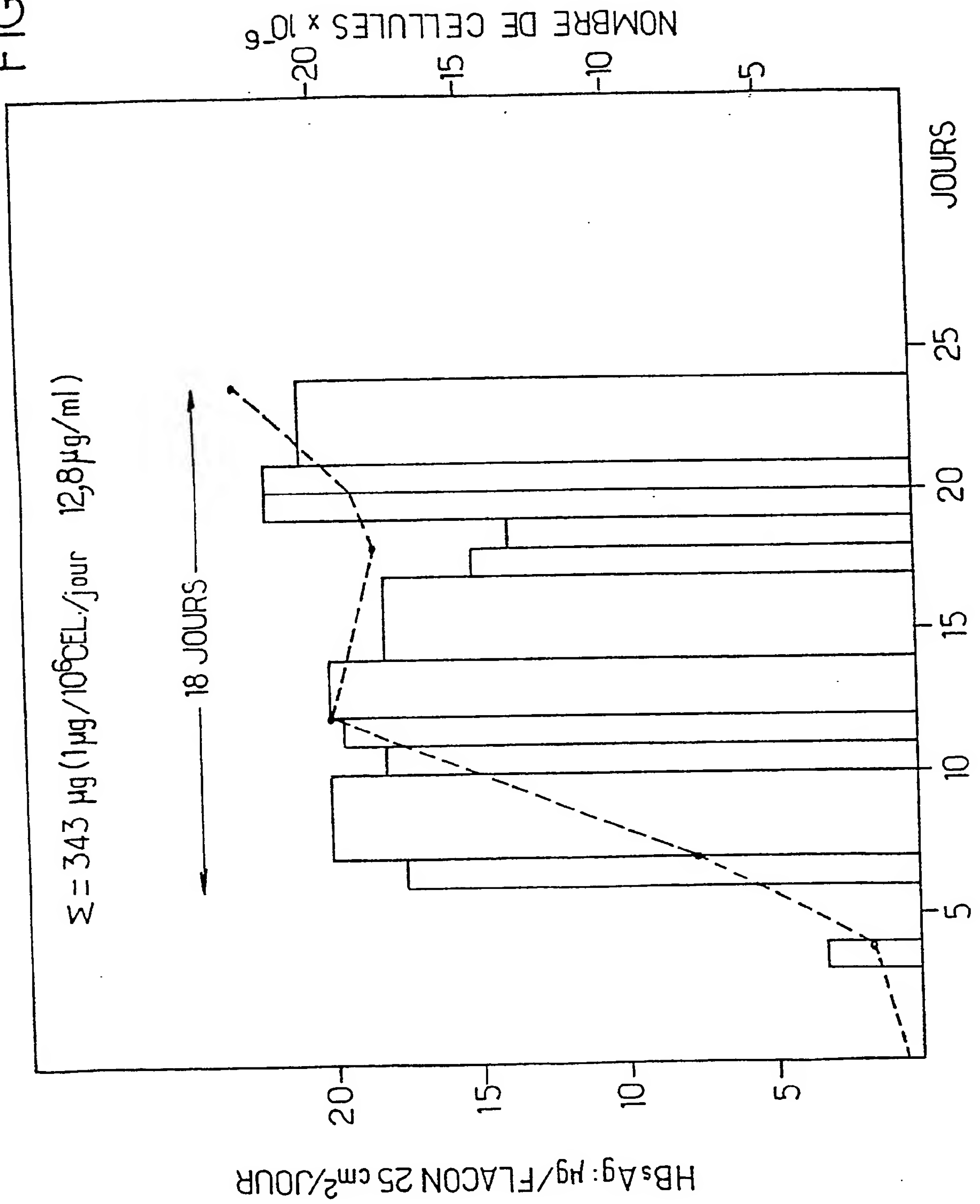


FIG.7.





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

**0156712**

Numéro de la demande

EP 85 40 0444

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
X, P	PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE USA, volume 81, décembre 1984, pages 7708-7712; M.L. MICHEL et al.: "Synthesis in animal cells of hepatitis B surface antigen particles carrying a receptor for polymerized human serum albumin" * Article en entier *	1-22	A 61 K 39/29 C 12 N 15/00 C 12 N 5/00
X, D	--- BIOLOGICAL ABSTRACTS, volume 77, no. 2, 1984, abrégé 12366, Philadelphia, PA, US; A.S. MACHIDA et al.: "A hepatitis B surface antigen polypeptide (P31) with the receptor for polymerized human as well as chimpanzee albumins", Gastroenterology 85(2): 268-274, 1983 * Abrégé *	1-4, 22	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
Y	--- BIOLOGICAL ABSTRACTS, volume 68, no. 1, 1979, abrégé 3690, Philadelphia, PA, US; IMAI MITSUNOBU et al.: "A receptor for polymerized human and chimpanzee albumins on hepatitis B virus particles co-occurring with HBeAg", & GASTROENTEROLOGY, 76(2): 242-247, 1979 * Abrégé *	1	A 61 K
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 06-06-1985	Examineur REMPP G.L.E.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons --- & : membre de la même famille, document correspondant	



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0156712

Numéro de la demande

EP 85 40 0444

Page 2

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
Y	CHEMICAL ABSTRACTS, volume 95, no. 13, 28 septembre 1981, page 500, abrégé 113155j, Columbus, Ohio, US; D.R. MILICH et al.: "Characterization of the interaction between polymerized human albumin and hepatitis B surface antigen", & Gastroenterology 1981, 81(2), 218-25 * Abrégé *	1	
Y	--- CHEMICAL ABSTRACTS, volume 100, no. 21, 21 mai 1984, page 468, abrégé 172783g, Columbus, Ohio, US; A. ALBERTI et al.: "Virus receptors for polymerized human serum albumin and antireceptor antibody in hepatitis B virus infection", & Prog. Clin. Biol. Res. 1983, 143 (Viral hepatitis Delta Infect.), 327-36 * Abrégé *	1	
A,D	--- EP-A-0 038 765 (INSTITUT PASTEUR et al.) -----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 06-06-1985	Examineur REMPP G.L.E.
<div>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</div> <div><div>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</div><div>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</div></div>			